

1°. Pour les besoins d'une réaction chimique, on doit construire un grand réacteur ayant la forme d'un canal de 10 m^3 et 10 m de long, dont l'hydrodynamique, proportionnelle ici à la longueur, peut être représentée par une cascade de 4 RPA.

La concentration à l'entrée est $C_{A0} = 10 \text{ mol/L}$. Le débit volumique est Q .

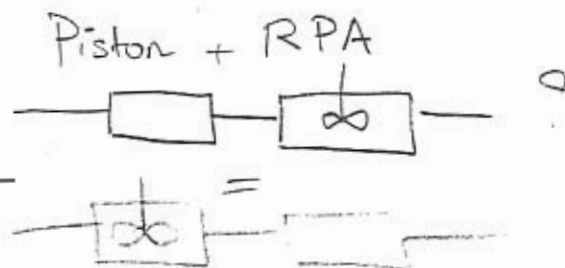
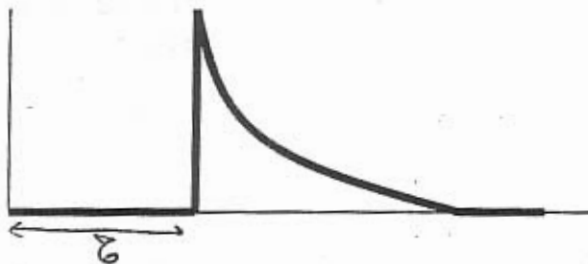
Le temps de passage $\tau = 100 \text{ min}$.

Pour des problèmes de place (longueur du réacteur), un technicien propose de construire deux petits réacteurs identiques à la place du grand. Ces deux petits réacteurs auraient même hauteur et même largeur que le grand, mais leur longueur serait égale à la moitié de celle du grand. Leurs volumes sont donc de 5 m^3 chacun. Placés l'un à côté de l'autre, ces petits réacteurs seraient alimentés chacun par un débit $Q/2$.

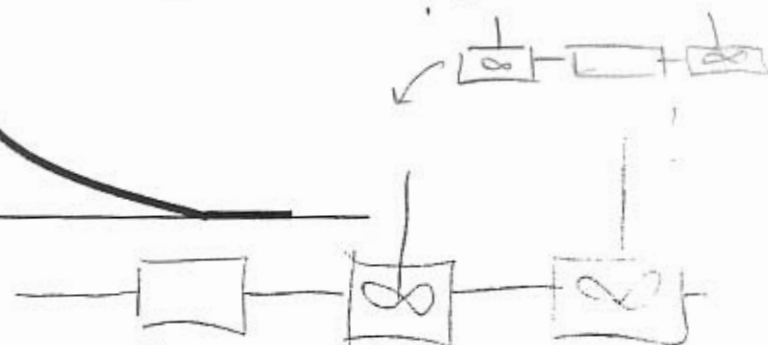
- Est-ce une bonne idée si la cinétique est d'ordre 0 : $r_A = 90$ ($\text{mol.m}^{-3}.\text{min}^{-1}$) ?
- Est-ce une bonne idée si la cinétique est d'ordre 1 : $r_A = 0,05.C_A$ ($\text{mol.m}^{-3}.\text{min}^{-1}$) ?
- Qualitativement, si la réaction est biologique (cinétique du type Monod), que se passe-t-il dans les réacteurs petits et grand). Y-a-t-il intérêt à couper en deux le réacteur ?

2°. Dessinez le ou les montages correspondant à chacune des courbes de DTS ($E(t)=f(t)$) suivantes :

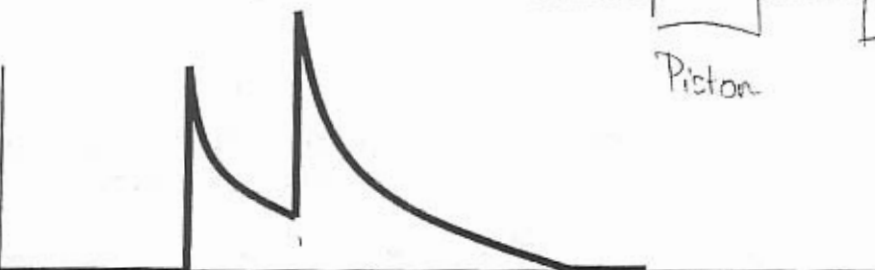
2a.



2b.



2c.

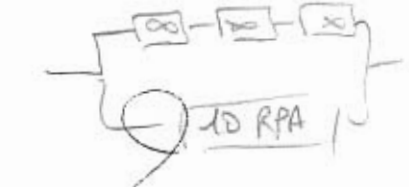


Piston

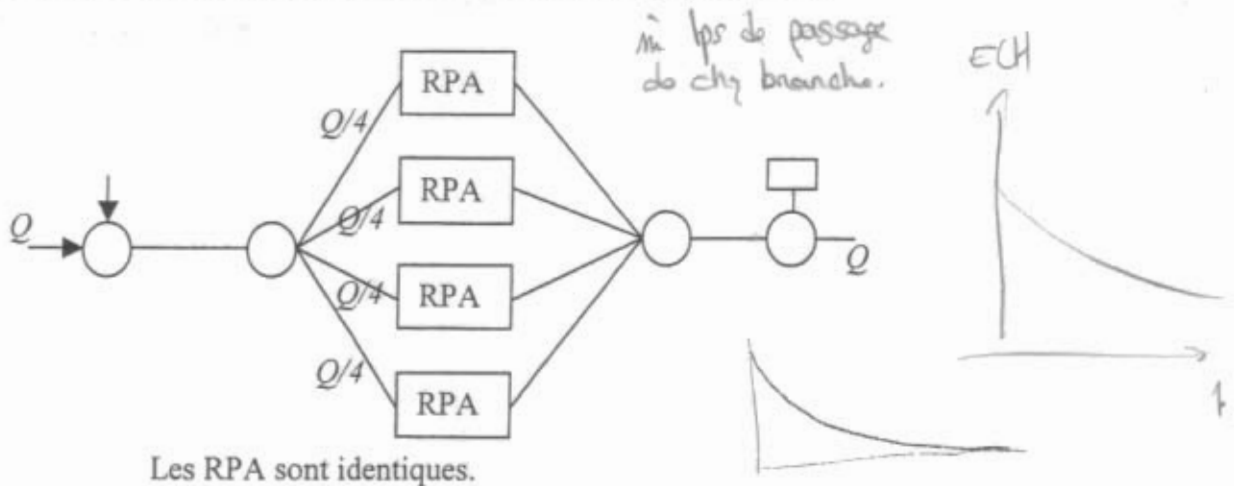
en série ou en parallèle.



2d.



2e. Dessinez (qualitativement) la courbe de DTS pour le montage suivant.



3°. Une réaction autocatalytique, athermique, a lieu dans un RPA. Le réactif est A. Le produit fabriqué est R. A l'entrée $C_{R0} = 0$.

La cinétique est du type : $r_A = k C_A C_R$

La quantité de R produite n'est pas satisfaisante. Pour obtenir plus rapidement le produit fabriqué dès sa fabrication à l'intérieur du réacteur, on propose d'extraire R avec un système très efficace placé dans le réacteur. Il n'y aurait ainsi, quasiment plus de R dans la sortie principale du réacteur.

Est-ce une bonne idée ?

4°. Sélectivité.

On veut réaliser la réaction suivante : $A \xrightarrow{1} R$

Une deuxième réaction parasite intervient en parallèle : $A \xrightarrow{2} S$

$$R_1 = k_1 C_A^{0,8}$$

et

$$R_2 = k_2 C_A^{1,7}$$

On dispose de deux réacteurs de mêmes volumes (200 L) : l'un est un RPA et l'autre un Réacteur Fermé.

Le temps de passage dans le RPA est de 1 heure. Le temps de séjour dans le RF est de 1 heure.

Pour favoriser l'équation 1, c'est-à-dire la fabrication de R, quel réacteur doit-on utiliser, le RF ou le RPA ?

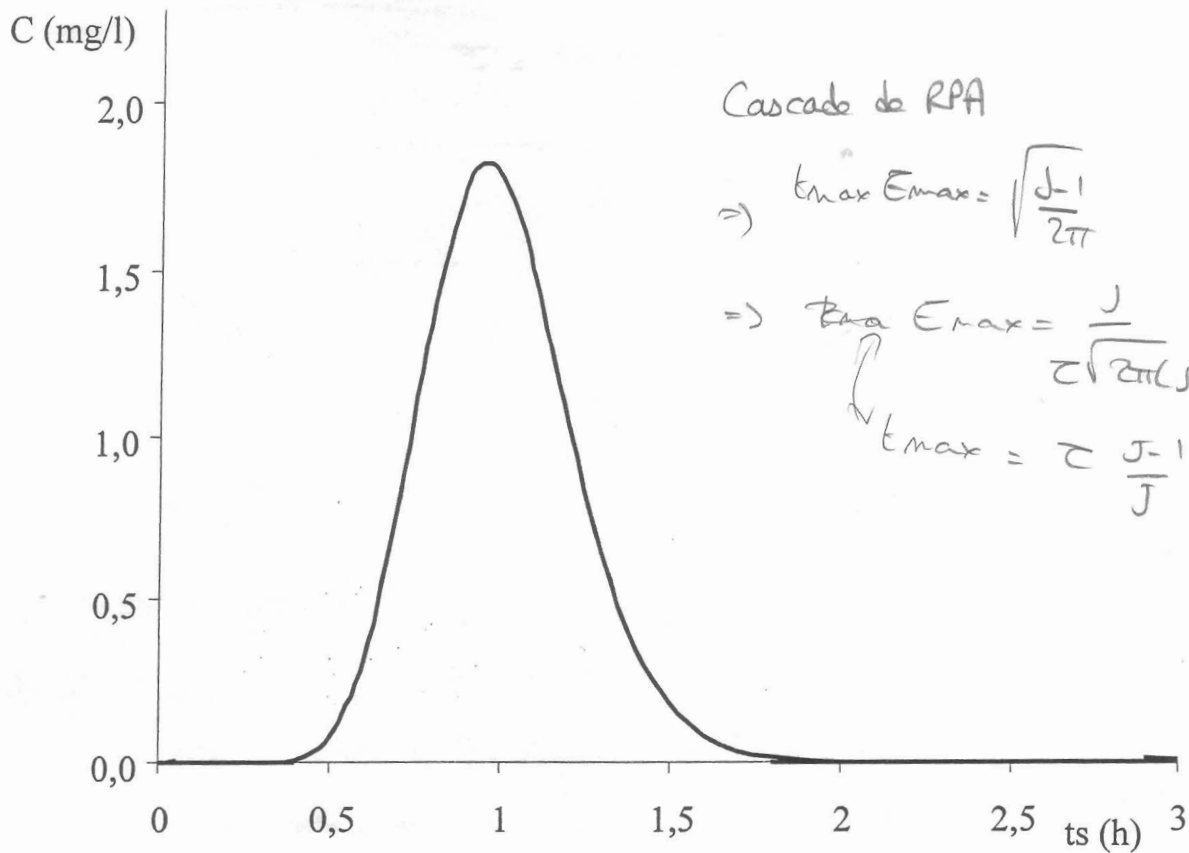
5°.

5a. Si on chauffe un réacteur avec une double enveloppe avec de la vapeur, où doivent être placées les entrées et sorties de la double enveloppe (haut - bas) ? Justifiez. Expliquez les problèmes techniques.

5b. Même question si on chauffe avec de l'eau chaude.

5c. Au fond des mers et des océans, quel est généralement la température de l'eau ? Pourquoi ?

6°. On fait un traçage sur un réacteur de traitement des eaux de 3200 m^3 , 100 m de long, 8 m de large et 4 m de profondeur.



Quel modèle peut-on utiliser pour représenter son hydrodynamique ?
Calculez les paramètres du modèle avec une méthode rapide.

7°. Réaction endothermique dans un RPA en régime permanent. Le réactif est A. Le réacteur est chauffé par une circulation d'eau chaude dans un serpentin implanté dans le réacteur. Les températures d'entrée et de sortie du réacteur sont identiques ($T_1 = T_2 = 20^\circ \text{C}$). La différence de température à l'entrée et à la sortie du serpentin est : $T_3 - T_4 = 20^\circ \text{C}$.
La cinétique est d'ordre 2 : $r_A = k \cdot C_A^2$

Le débit est : $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Le débit d'eau de refroidissement est $Q_R = 15 \text{ m}^3/\text{h}$

La concentration à l'entrée est $C_{A0} = 2 \text{ mol/L}$

$\Delta H = 70 \text{ kJ/mol}$ volume : $V = 6 \text{ m}^3$

Calculez la constante cinétique k .

$$X_A F_{A0} \Delta H = (Q + Q_R) \rho C_p \Delta T$$

$$\left(\frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}} \right) Q C_{A0} \Delta H = (Q + Q_R) \rho C_p \Delta T$$

$$\Rightarrow C_A$$

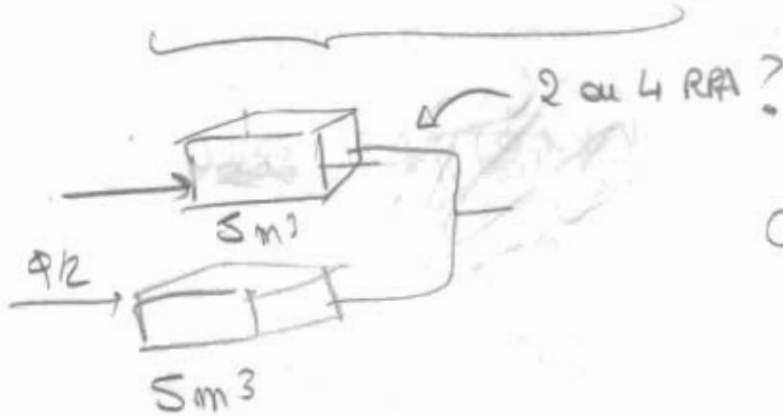
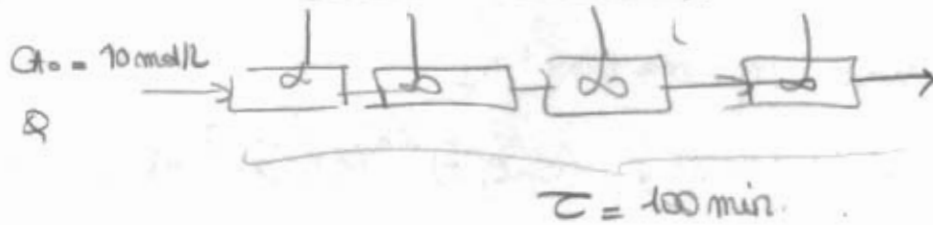
$$\tau = \frac{C_{A0} - C_A}{r_A} = \frac{Q}{V} \Rightarrow \frac{Q}{V} = \frac{C_{A0} - C_A}{k C_A^2}$$

$$k = \left(\frac{C_{A0} - C_A}{C_A^2} \right) \frac{V}{Q}$$

8°. Sondage :

Avez-vous le sentiment d'avoir appris de nouvelles choses (concepts, technologies, méthodes...) pendant ce cours ? Le cours est-il, à votre avis, trop ou pas assez théorique, trop ou pas assez technique ?

Merci de ne répondre que si vous avez suivi régulièrement et avec assiduité les cours et les TD.



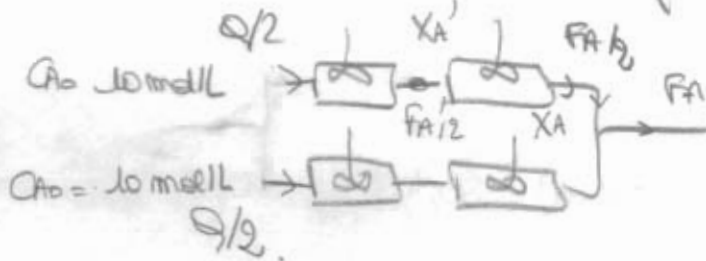
Chaque réacteur a 1
Volume de 2,5 m³

Question équivalente?

Vaut-il mieux avoir 4 RPA en série

ou 2 RPA x 2 RPA ou 4 ?

Calculons le temps de passage pour 2 RPA ou 4



$$\tau = \frac{C_{A0} X_A}{r_A}$$

$$\tau = \frac{F_A X_A}{Q r_A}$$

Cas ①

Pour un système en 4 le τ est
le fin de chq branche.

Bilan sur R_1 :

$$\begin{aligned} \frac{F_{A0}}{2} &= F_A V + \frac{F_{A'}}{2} \\ C_{A0} \frac{Q}{2} &= F_A V + \frac{F_{A0} (1 - X_A)}{2} \\ &= F_A' V + \frac{C_{A0} Q}{2} (1 - X_A') \\ &= 90 V + C_{A0} \frac{Q}{2} (1 - X_A') \\ X_A' &= 45\% \end{aligned}$$

Il nous faut d'ab le débit au préalable.

$$\tau = \frac{V}{Q} \quad Q = \frac{V}{\tau} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ m}^3/\text{min} = \underline{\underline{100 \text{ L/min}}}$$

Bilan sur R2

$$\frac{F_A'}{2} = F_A V + \frac{F_A Q}{2}$$

$$\frac{F_{A0}(1-X_A')}{2} = F_A V + \frac{F_{A0}(1-X_A)}{2}$$

$$\cancel{\frac{Q C_{A0}(1-X_A')}{2}} = F_A V + \cancel{\frac{Q C_{A0}(1-X_A)}{2}} \quad - \frac{X_A'}{2} = \frac{F_A V}{2} - \frac{C_{A0} X_A}{2}$$

$$\underline{X_A = 90\%}$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2$$

$$= \frac{C_{A0} \times X_A}{F_A} + \frac{C_{A0} \times X_A}{F_A}$$

$$\tau = \frac{10^3 \times 10 \times 0.45}{90} + \frac{10^3 \times 10 \times 0.99}{90} = \underline{\underline{150 \text{ min}}}$$

=> pas avantageux.

Cas 2 :

Bilan sur R1

$$\frac{C_{A0} \times Q}{2} = 10,05 C_{A0} (1-X_A') + \frac{C_{A0} Q (1-X_A')}{2} = V \cdot 10^3 \cdot 0,05 (1-X_A') - \frac{C_{A0} Q X_A'}{2} = 0$$

$$X_A' = 11,63\%$$

Bilan sur R2:

$$\frac{Q C_{A0}(1-X_A')}{2} = Q P S C_{A0}(1-X_A'') + \frac{Q C_{A0}(1-X_A'')}{2}$$

$$X_A = 0,36\% \rightarrow 0,9187$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \frac{C_{A0} \times X_{A1}}{F_{A1}} + \frac{C_{A0} \times X_{A2}}{F_{A2}} = \frac{50 + 223,9}{2} = 273 \text{ min} \quad \text{pas avantageux}$$

c) Les 6 cas de Monod 2^{eu} cas ->

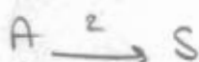
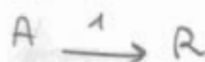


$r_A = k C_A C_R$

$C_{R0} = 0$

Si on extrait R en l^{re} la vitesse de réaction. Celle-ci étant auto-catalyt^q la q^{te} de R produite sera encore \ominus satisfaisante.

4)



$R_1 = k_1 C_A^{0,8}$

$R_2 = k_2 C_A^{1,7}$

$V_{réacteur} = 200L$

$\tau = \frac{V}{Q}$

$Q = \frac{200}{1} = 200 \text{ m}^3/h$

2 réacteurs 1 RPA

1 RF

$\tau = 1h$

$\tau = 1h$

Favoriser l'Eq^{at} 1: $X_{A1} > X_{A2}$

$S = \frac{k_1 C_A^{0,8}}{k_2 C_A^{1,7}} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{(0,8-1,7)} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{-0,9}$

Plaçons nous ds le RPA:

Supposons les

$r_1 = k_1 C_{A0} (1 - X_{A1})^{0,8}$

$\tau_1 = \frac{C_{A0} X_{A1}}{k_1 C_{A0} (1 - X_{A1})^{0,8}}$

$\tau_2 = \frac{C_{A0} X_{A2}}{k_2 C_{A0} (1 - X_{A2})^{1,7}}$

$\tau_1 + \tau_2 = \tau = \frac{X_{A1}}{k_1 (1 - X_{A1})^{0,8}} + \frac{X_{A2}}{k_2 (1 - X_{A2})^{1,7}}$

$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{X_{A1}}{X_{A2}} \frac{k_2 (1 - X_{A2})^{1,7}}{k_1 (1 - X_{A1})^{0,8}}$

On veut $X_{A1} > X_{A2}$
 $\frac{X_{A1}}{X_{A2}} > 1 \Rightarrow$

ds convertir entre RF et RPA.

$\tau_{RPA} = \frac{C_{A0} X_A}{r_A}$

On se place ds la situation où les 2 réacteurs on extrait les 2 X_A par RPA et RF et on les compare.